

**ANALISIS TERMODINAMIKA APLIKASI *SINGLE*
LOOP ORGANIC RANKINE CYCLE PADA KAPAL RESEARCH
VESSEL YUKUN DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDA
R1233ZD(E), R1234YF, DAN R32**

Auzan Wijdan Tejawijaya

ABSTRAK

Single-loop Organic Rankine Cycle adalah salah satu jenis sistem pembangkit listrik yang menggunakan siklus termodinamika dengan satu *loop* atau sirkuit tertutup. Saat ini, banyak digunakan teknologi untuk meningkatkan efisiensi mesin kapal saat kapal bergerak. Salah satunya adalah Teknologi ORC (*Organic Rankine Cycle*) yang merupakan teknologi yang cocok untuk memulihkan limbah panas tingkat rendah kapal. Namun, penelitian tentang teknologi ORC belum banyak dilakukan, sehingga pada penelitian ini dilakukan pada kapal *Research Vessel Yukun*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara kerja sistem *Single-loop Organic Rankine Cycle* pada kapal *Research Vessel Yukun*. Proses analisis dilakukan melalui sistem termodinamika ORC menggunakan fluida kerja R1233zd(E), R1234yf dan R-22 dengan variasi temperatur dan tekanan di *software Engineering Equation Solver*. Proses analisis juga dilakukan dari komponen pompa, evaporator, turbin dan kondenser yang memperoleh data berupa nilai entalpi, energi dan efisiensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa R-32 memperoleh nilai terendah pada *Enthalpy Outlet Condenser* (h_1) dengan rata-rata sebesar 245,65 [kJ/kg], sehingga menjadi hasil terbaik pada sistem. R-32 juga memperoleh hasil terbaik pada sistem yaitu nilai tertinggi pada *Enthalpy Outlet Evaporator* (h_3) dan *Enthalpy Inlet Condenser* (h_4) dengan rata-rata sebesar 758,7 [kJ/kg] dan 672,5 [kJ/kg]. Namun untuk nilai *Enthalpy Inlet Evaporator* (h_2) R1233zd(e) paling tinggi diantara R1234yf dan R32 dengan rata-rata 365,175 [kJ/kg], sehingga menjadi nilai terbaik pada sistem *Single-loop ORC*. Selanjutnya, hasil energi terbaik diperoleh R32 pada *Work Pump Energy* dengan rata-rata sebesar 1,3145 [kJ/kg]. Sementara itu, untuk nilai *Work Turbine Energy*, kalor Evaporator diperoleh R-32 dengan rata-rata sebesar 86,205 [kJ/kg] dan 511,3 [kJ/kg]. Selanjutnya, untuk nilai kalor condenser terbaik diperoleh R1233zd(E) dengan rata-rata sebesar 211,975 [kJ/kg]. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa nilai efisiensi terbaik sistem ORC diperoleh R1234yf dengan rata-rata sebesar 16,5% yang disebabkan karena R1234yf memiliki nilai entalpi penguapan yang lebih tinggi sehingga meningkatkan efisiensi siklus. Dengan demikian, R1234yf merupakan fluida terbaik yang dapat digunakan pada sistem *Single-loop Organic Rankine Cycle* di kapal *Research Vessel Yukun*.

Kata Kunci: ORC, EES, entalpi, energi, efisiensi

**THERMODYNAMICS ANALYSIS OF SINGLE-LOOP ORGANIC
RANKINE CYCLE APPLICATION ON THE YUKUN RESEARCH
VESSEL USING R1233ZD(E), R1234YF, AND R32 FLUID**

Auzan Wijdan Tejawijaya

ABSTRACT

The Single-loop Organic Rankine Cycle (ORC) is a type of power generation system that utilizes a thermodynamic cycle with a single loop or closed circuit. Currently, this technology is widely used to enhance the efficiency of ship engines while they are in motion. One such technology is the ORC, which is well-suited for recovering low-grade waste heat from ships. However, research on ORC technology is still limited. Therefore, this study focuses on the Research Vessel Yukun to understand the operation of the Single-loop Organic Rankine Cycle system on this vessel. The analysis process was carried out through the ORC thermodynamic system using working fluids R1233zd(E), R1234yf, and R-22 with varying temperatures and pressures in the Engineering Equation Solver software. The analysis also included components such as the pump, evaporator, turbine, and condenser, providing data on enthalpy, energy, and efficiency values. The analysis results indicated that R-32 achieved the lowest value at the Condenser Outlet Enthalpy (h_1) with an average of 245.65 [kJ/kg], making it the best performer in the system. R-32 also obtained the best results in terms of the highest values at the Evaporator Outlet Enthalpy (h_3) and Condenser Inlet Enthalpy (h_4), with averages of 758.7 [kJ/kg] and 672.5 [kJ/kg], respectively. However, for the Evaporator Inlet Enthalpy (h_2), R1233zd(E) had the highest value among R1234yf and R32, with an average of 365.175 [kJ/kg], making it the best in the Single-loop ORC system. Additionally, the best energy results were obtained with R32 for Work Pump Energy, averaging 1.3145 [kJ/kg]. For Work Turbine Energy and Evaporator Heat, R-32 achieved the highest values, averaging 86.205 [kJ/kg] and 511.3 [kJ/kg], respectively. Meanwhile, the best Condenser Heat value was achieved with R1233zd(E), averaging 211.975 [kJ/kg]. The analysis also showed that the best ORC system efficiency was achieved with R1234yf, with an average of 16.5%. This is due to R1234yf having a higher vaporization enthalpy, thereby increasing cycle efficiency. Therefore, R1234yf is the best fluid that can be used in the Single-loop Organic Rankine Cycle system on the Research Vessel Yukun.

Keywords: ORC, EES, enthalpy, energy, efficiency